

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

N1000609



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

4 S

jc997 U.S. PTO
10/0008335
11/08/01



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

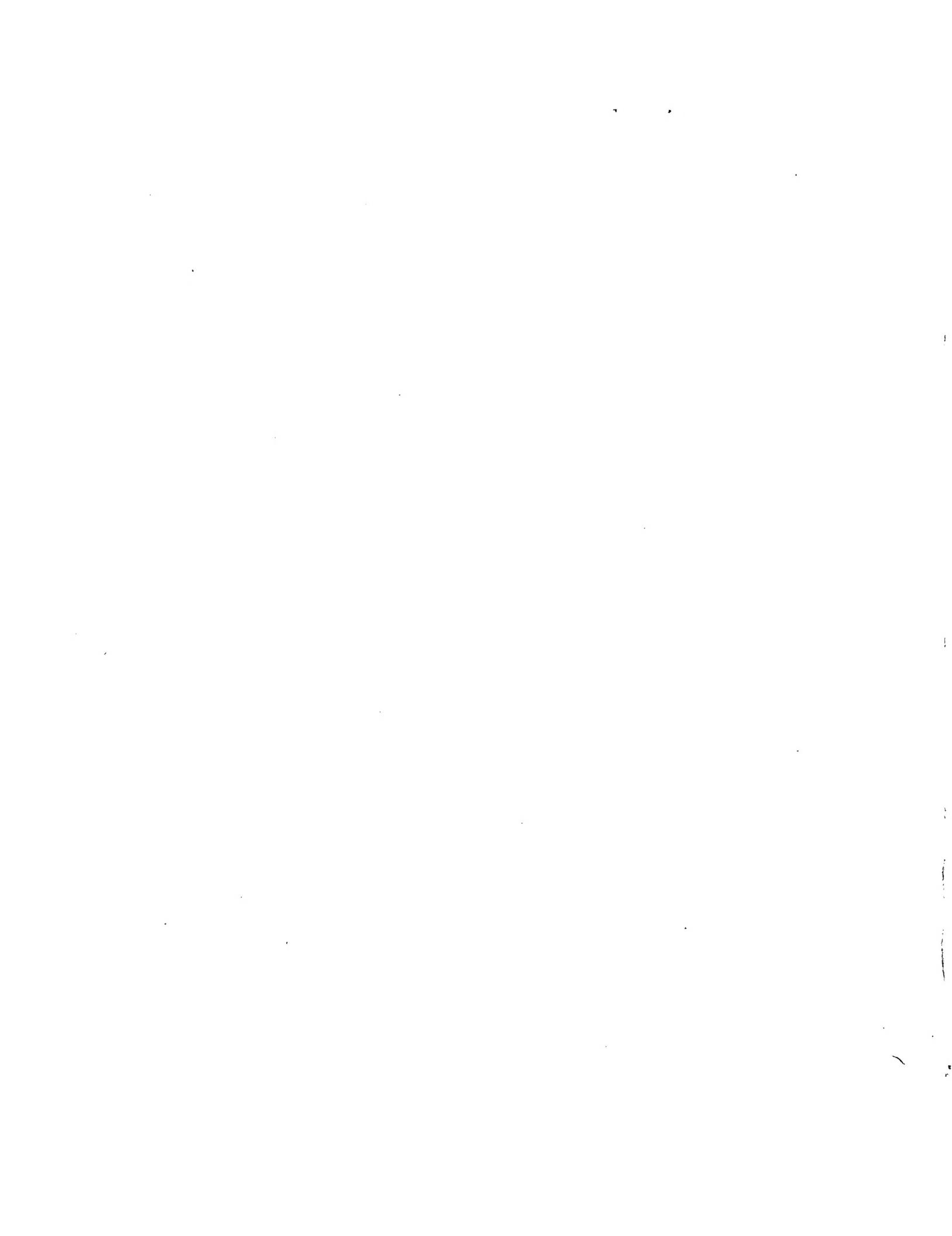
00203925.3

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office
Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE,
LA HAYE, LE
29/05/01





Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.: **00203925.3**
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: **08/11/00**
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
NO TITLE

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat: Tag: Aktenzeichen:
State: Date: File no.
Pays: Date: Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

**See for original title of the application
page 1 of the description.**

Röntgenanalysetoestel met een vaste stof plaatsgevoelige röntgendetector

EPO - DG 1

08. 11. 2000

(59)

De uitvinding betreft een inrichting voor het analyseren van materialen met behulp van straling, voorzien van

- * een stralingsbron voor het voortbrengen van de straling,
- * een preparaatlocatie voor het plaatsen van een preparaat van het te onderzoeken materiaal,
- * een plaatsgevoelige detectie-inrichting voor het detecteren van de van het preparaat afkomstige straling,
- * welke detectie-inrichting is voorzien van

- een array van stralingsgevoelige detector-elementen,
- een op het detectorarray aangesloten elektronische uitleesschakeling

omvattende ladingsversterkers in een één op één relatie met de detector-elementen, van welke ladingsversterkers de ingang telkens is aangesloten op één der detector-elementen.

Bij het analyseren van materialen met behulp van straling, i.h.b. met röntgenstraling, is het vrijwel altijd nodig om de hoek waaronder de straling het preparaat verlaat ten opzichte van de richting van de invallende bundel te meten. Het kan hier gaan om een groot hoekgebied (in de orde van grootte van 180 graden) of een kleiner hoekgebied wanneer men reeds globale kennis heeft van de hoekverdeling van de straling in een bepaald hoekgebied. Dit laatste doet zich voor wanneer men b.v. de fijne structuur van een röntgendiffractielijn wenst te meten. In dat geval kan men een plaatsgevoelige detectie-inrichting toepassen, d.w.z. een detector die voorzien is van een array van naast elkaar gelegen (i.h.a. lijnvormige) stralingsgevoelige detector-elementen, waarbij de plaats van een element dat door straling geactiveerd wordt een maat is voor de hoekrichting waarmee de straling het preparaat verlaat. Er is in dat geval dus geen in hoek verplaatsbare detector nodig, hetgeen aanzienlijke constructieve voordeelen heeft.

25

In het Amerikaanse octrooischrift US 5,113,077 is een inrichting beschreven voor het detecteren van straling in een toestel voor het scannen van een object met röntgenstraling voor Computed Tomography ("X-ray CT scanner"). De in dat octrooischrift

beschreven CT scanner is voorzien van een plaatsgevoelige detectie-inrichting voor het detecteren van de van een te onderzoeken object afkomstige röntgenstraling. Deze detectie-inrichting omvat een array van stralingsgevoelige detector-elementen in de vorm van een scintillator met foto-diodes. Op elk detector-element is een elektronische uitleesschakeling aangesloten die ladingsversterkers omvat die in een één op één relatie met de detector-elementen zijn verbonden, zodanig dat de ingang van één ladingsversterker telkens is aangesloten op de uitgang van één der detector-elementen. Elk van de ladingsversterkers is uitgevoerd in de vorm van een teruggekoppelde operationele versterker (OPAMP). Op de uitgang van de operationele versterker is een aparte PNP-transistor aangesloten, zodanig dat de uitgangsstroom van de combinatie OPAMP-transistor wordt gevormd door de emitterstroom van de PNP-transistor.

Bij het analyseren van materialen met behulp van röntgenstraling maakt men veelal gebruik van relatief zachte röntgenstraling, zoals b.v. de K_{α} -straling van koper met een golflengte van ongeveer 0,154 nm. Bij zulke relatief zachte röntgenstraling is de ladingsopbrengst van een vaste stof detectie-element betrekkelijk gering. Zo zal in een silicium detector bestaande uit een lichaam van N-materiaal grenzend aan enerzijds een PN-overgang en anderzijds aan een N^+ -laag per invallend röntgenkwantum een hoeveelheid lading worden geëxciteerd overeenkomend met 2200 elektron-gatparen. Het is in de praktijk veelal niet mogelijk om de röntgenopbrengst van zo'n plaatsgevoelige detector op te voeren door het röntgengevoelige oppervlak te vergroten omdat de afmeting van dat oppervlak de plaatsresolutie bepaalt en dus bij voorkeur zo klein mogelijk gehouden wordt. Voorts wordt door de grootte van het aan de röntgenstraling blootgestelde oppervlak van het detector-element de grootte van de afneem-elektrode bepaald. De combinatie van deze afneem-elektrode met het halfgeleidermateriaal waarop deze bevestigd is bepaalt de grootte van de (parasitaire) capaciteit aan de uitgang van het detector-element, dus aan de ingang van de daarop aangesloten ladingsversterker. Het is algemeen bekend in de techniek van zulke versterkers dat de capaciteit aan de ingang van zo'n versterker de ruisbijdrage van die versterker in de versterkingsketen bepaalt, d.w.z. hoe hoger de ingangscapaciteit, hoe hoger de ruisbijdrage.

De beide bovengenoemde effecten (geringe ladingsopbrengst per röntgenkwantum en hoge ingangscapaciteit) veroorzaken een relatief lage, dus slechte, signaal-ruisverhouding in de elektronische uitleesschakeling van de detectie-inrichting. In beginsel is het niet onmogelijk om de signaal-ruisverhouding te verbeteren met een langere

meettijd; dit is echter ongewenst omdat daardoor de relatief dure analysetoestellen ongewenst langdurig over een meting doen en dus met geringe efficiency benut kunnen worden.

5 Om het bovengenoemde probleem tegen te gaan beoogt de uitvinding een
inrichting van de in de aanhef vermelde soort te verschaffen waarin de signaal-
ruisverhouding bij de verdere signaalverwerking zo hoog mogelijk gehouden kan worden.
Daartoe is deze inrichting overeenkomstig de uitvinding daardoor gekenmerkt dat de
ladingsversterkers (58) zijn uitgevoerd in geïntegreerde bipolaire techniek, en dat de
10 elektronische uitleesschakeling (48) op de uitgangen van de ladingsversterkers aangesloten
signaalverwerkingscircuits omvat die zijn uitgevoerd in digitale techniek.

De uitvinding maakt gebruik van het inzicht dat door de parasitaire ingangscapaciteit van de ladingsversterker een belangrijke ruisbijdrage wordt veroorzaakt.

Om op die plaas die ruisbijdrage tot een minimum te beperken wordt daar voor de

15 ladingsversterkers geïntegreerde bipolaire techniek toegepast, die relatief weinig ruis veroorzaakt. De verdere signaalverwerking moet daarbij met voldoende snelheid plaats vinden om de telsnelheid en daarmee de doorvoersnelheid van de te analyseren preparaten niet onnodig te beperken. Deze snelheid kan worden opgebracht door signaalverwerkingscircuits die zijn uitgevoerd in digitale techniek. Bovendien hebben in

20 digitale techniek uitgevoerde circuits het bijkomende voordeel dat zij met een relatief gering circuit-oppervlak geïntegreerd kunnen worden en zo uitgevoerd kunnen worden dat ze een relatief gering stroomverbruik hebben. De eis van het geringe circuit-oppervlak is des te sterker doordat een voldoend hoge telsnelheid van het detector-array gevraagd wordt; om dit te realiseren heeft elk detector-element zijn eigen signaalverwerkingscircuit, hetgeen veel

25 verwerkingscircuits, dus een groot oppervlak aan geïntegreerde circuits meebrengt. Om dit oppervlak toch nog voldoende klein te houden wordt gebruik gemaakt van de relatief geringe ruimte-behoefte van de digitale techniek.

Er zij opgemerkt dat het uit het genoemde octrooischrift US 5,113,077 bekend is om de ladingsversterker te voorzien van een aparte uitgangstransistor in de vorm van een PNP-transistor (dus een bipolaire transistor). Aan dat octrooischrift is echter geen informatie te ontnemen over de technologie waarin de ladingsversterkers zelf, dus de schakelingen die direct contact maken met de parasitaire ingangscapaciteit, zijn uitgevoerd.

In een voorkeursuitvoering van de uitvinding zijn de digitale signaalverwerkingscircuits aangebracht op hetzelfde substraat als de ladingsversterkers.

Om een grote plaatsresolutie en een groot meetbereik te verkrijgen past men in een plaatsgevoelig detectorarray bij voorkeur een zo groot mogelijk aantal detector-elementen toe. Dat betekent dat in een één op één relatie tussen de ladingsversterkers en de detector-elementen een ten minste even groot aantal verbindingen aangebracht moet worden. Wanneer

5 de bipolaire circuits en de in digitale techniek uitgevoerde circuits elk een eigen substraat zouden hebben, zouden voor elke verbinding op elk substraat even veel bondpads moeten worden aangebracht; zoals bekend nemen bondpads veel ruimte in op het betreffende geïntegreerde circuit. Bovenstaande maatregel heeft nu het voordeel dat de genoemde bondpads niet nodig zijn.

10 In een nadere uitvoering van de uitvinding zijn de digitale signaalverwerkingscircuits uitgevoerd in een BICMOS-proces in de vorm van Current Mode Logic (CML) techniek. Indien men de digitale signaalverwerkingscircuits zou uitvoeren in de gebruikelijke CMOS-logica zou bij de overgang van een eerste logische toestand naar de complementaire logische toestand een pulsvormige piekstroom (ook wel dwarsstroom

15 genoemd) optreden van de transistoren van de omschakelende logische poorten naar het substraat waarop ze aangebracht zijn. Aangezien op hetzelfde substraat ook de in bipolaire techniek uitgevoerde ladingsversterkers aangebracht zijn, bestaat de kans dat deze pulsvormige lekstromen bijdragen aan de ruis van de ladingsversterkers, hetgeen de signaalruisverhouding daarvan zou verslechtern. Bij toepassing van bovenstaande maatregel wordt
20 dit effect vermeden doordat bij het BICMOS-proces het substraat een veel hogere weerstand heeft dan bij het gebruikelijke CMOS-proces; het gevolg is dat de substraatstromen veel kleiner zijn en minder ver doordringen in het substraat waardoor de verstorende werking minder sterk is en zich minder ver uitstrekkt. Bovendien treden in BICMOS-CML-schakelingen veel geringere piekstromen op bij overgang van de ene logische toestand naar
25 de complementaire logische toestand.

In een andere uitvoering van de uitvinding is het geheel van het detectorarray en de elektronische uitleesschakelingen aangebracht op een gemeenschappelijke drager gemaakt van keramisch materiaal. Om een optimale signaal-ruisverhouding te bereiken bij de bipolaire ladingsversterkers worden deze ingesteld op een relatief hoge ruststroom. Ook de
30 toepassing van CML-techniek vraagt een hogere stroom dan de gebruikelijke CMOS-logica. Grote stromen brengen een grote warmtedissipatie met zich mee. Door nu de circuits op een keramische drager, b.v. aluminiumnitride, te plaatsen wordt een goede warmteverdeling bereikt, dus een groot heat sink oppervlak met de bijbehorende goede koeleigenschappen.

De uitvinding zal worden beschreven aan de hand van de figuren, waarbij dezelfde verwijzingscijfers overeenkomstige elementen aanduiden. Daarbij toont:

5 Figuur 1 : een globale weergave van een op zichzelf bekend röntgen-analysetoestel waarin de uitvinding kan worden toegepast;

Figuur 2 : een schematisch overzicht van de plaatsing van het array van stralingsgevoelige detector-elementen en twee groepen van de elektronische uitleesschakeling van de plaatsgevoelige detectie-inrichting volgens de uitvinding;

10 Figuur 3 : een schematisch overzicht van de verschillende functionele blokken van de elektronische uitleesschakeling volgens figuur 2;

Figuur 4 : een perspectivisch overzicht van de opbouw van het array van stralingsgevoelige detector-elementen volgens figuur 2;

Figuur 5a : een grafische weergave van het signaalverloop direct na een ladingsversterker van de elektronische uitleesschakeling;

15 Figuur 5b : een grafische weergave van het signaalverloop na filtering van het signaal volgens figuur 5a; uitleesschakeling;

Figuur 6a : een in CMOS-techniek uitgevoerde logische poort;

Figuur 6b : een in CML-techniek uitgevoerde logische poort.

20

De uitvinding zal worden beschreven aan de hand van een uitvoering waarin de inrichting voor het analyseren van materialen met behulp van straling wordt gevormd door een toestel voor röntgen-analyse, in het bijzonder een röntgen-diffractietoestel. Daarin heeft de analyserende straling de vorm van röntgenstraling. Er wordt echter op gewezen dat de uitvinding toepasbaar is op alle andere toestellen voor stralingsanalyse waarin een 25 plaatsgevoelige detector wordt toegepast voor het detecteren van de straling afkomstig van het te onderzoeken preparaat.

30 Figuur 1 toont een schematische voorstelling van een op zichzelf bekend toestel voor röntgen-analyse, in dit geval een toestel voor röntgendiffractie, waarin de uitvinding kan worden toegepast. Hierin is op een gestel 2 een goniometer 4 aangebracht. Deze goniometer 4 kan voorzien zijn van een hoek-encoder voor het meten van de hoekverdraaiing van een röntgenbron 6 en desgewenst de hoekverdraaiing van een detectie-inrichting 9. Bij toepassing van een plaatsgevoelige detector is meting van de

hoekverdraaiing echter niet nodig omdat de hoekpositie van de te meten röntgenstraling juist door zo'n detector zelf wordt bepaald. In dat geval kan in plaats van een goniometer een instelmechanisme toegepast worden om de plaatsgevoelige detector in het gewenste meetgebied te plaatsen. De goniometer is bovendien voorzien van een preparaatdrager 8 waarop een preparaat 10 is aangebracht. Voor die gevallen waarin meting van de hoekverdraaiing van het preparaat van belang is, kan op de preparaatdrager een hoek-encoder aangebracht zijn. Röntgenbron 6 omvat een houder 12 voor een in deze figuur niet weergegeven röntgenbuis die in de houder is bevestigd. Deze röntgenbuis wordt voorzien van een hoogspanningssteker 15 waarmee de hoogspanning en de gloeistroom voor de röntgenbuis worden toegevoerd. Buishouder 12 is verder voorzien van een uittree-opening 38 voor röntgenstraling en een eenheid 16 voor het paralleliseren van de röntgenstraling (een Soller-slitcollimator). De platen van de Soller-slitcollimator 16 staan evenwijdig aan het vlak van tekening zodanig dat de door de röntgenbron 6 voortgebrachte stralingsbundel het preparaat 10 belicht met een divergente bundel. De detectie-inrichting 9 bestaat uit een houder 18 voor een Soller-slitcollimator en een detector 20. De platen van de Soller-slitcollimator in houder 18 staan eveneens parallel aan het vlak van tekening. Het is mogelijk om de röntgenbron vast op te stellen, in welk geval de preparaatdrager draaibaar dient te zijn.

Het toestel voor röntgendiffractie zoals weergegeven in figuur 1 is voorts voorzien van een verwerkingsinrichting voor verwerking van de diverse gemeten gegevens. 20 Deze verwerkingsinrichting bestaat uit een centrale verwerkseenheid 22 (desgewenst voorzien van een interface-inrichting voor aanpassing van de meetgegevens aan de verwerkingsinrichting) met een geheugeneenheid 26 en een monitor 24 voor presentatie van de verschillende gegevens en voor weergave van het gemeten en berekende resultaat. De op goniometer 4 gemonteerde röntgenbron 6, de detectie-inrichting 9 en de preparaatdrager 8 kunnen alle voorzien zijn van een (niet weergegeven) eenheid voor het bepalen van de hoekstand van het betreffende element ten opzichte van de goniometer. Een signaal dat deze hoekstand weergeeft wordt via verbindingsslijnen 28-1, 28-2 en 28-3 overgedragen naar de centrale verwerkseenheid 22.

Het preparaat 10 wordt belicht met röntgenstraling afkomstig van röntgenbron 30 6. In deze röntgenbron is op schematische wijze een anode 30 weergegeven die deel uitmaakt van de in deze figuur verder niet weergegeven röntgenbuis. In anode 30 wordt röntgenstraling 34 opgewekt die door röntgenvenster 38 naar buiten treedt. In de opstelling volgens figuur 1 wordt het punt van waar de röntgenstralen uitgaan niet gevormd door een enkel punt maar door een lijnfocus 32 op de anode, dat loodrecht staat op het vlak van

tekening. In een focuserende diffractometer wordt een focuspunt gevormd in het punt 36 van de het preparaat verlatende bundel 40 waar deze bundel zich verenigt ter plaatse van de ingang van detector 20. Daardoor heeft deze opstelling slechts een focuserende werking in het vlak van tekening en heeft de doorsnede van de bundel ter plaatse van het
5 verenigingspunt 36 de vorm van een lijn loodrecht op het vlak van tekening. Een plaatsgevoelige röntgendetector heeft dan eveneens lijnvormige detector-elementen die evenwijdig zijn aan de focuslijn ter plaatse van punt 36.

Figuur 2 geeft een schematisch overzicht van de plaatsing van het array van stralingsgevoelige detector-elementen en twee chips met elk 64 groepen van elektronische
10 uitleesschakelingen die de op de detector-elementen aangesloten ladingsversterkers omvatten. Voorts omvat elk van deze elektronische uitleesschakelingen banddoorlatende filters en signaalniveau-comparatoren terwijl elk van de chips aan zijn uitgang ook voorzien is van een uitgangsmultiplexer om het aantal uitgangspennen van de chip te beperken.

In figuur 2 wordt het array van stralingsgevoelige detector-elementen
15 aangeduid met verwijzingscijfer 42. Het array bestaat uit een aantal van 128 detector-elementen 44-1 t/m 44-128, in het algemeen aan te duiden met verwijzingscijfer 44. De opbouw van het array 42 zal nader worden beschreven aan de hand van figuur 4. Elk der detector-elementen 44-i is via een (niet weergegeven) bondpad op het substraat van array 42, een verbindingssdraad 46-i en een (niet weergegeven) bondpad op chip 48 aangesloten op een
20 eigen elektronische uitleesschakeling in chip 48-1 of 48-2, waarbij de ingang van elke uitleesschakeling wordt gevormd door de ingang van een ladingsversterker. Na elektronische verwerking van de van elk der detector-elementen 44 ontvangen signalen worden deze verwerkte signalen via één (niet weergegeven) multiplexer per chip 48 doorgegeven aan de uitgangen 50-1 t/m 50-6, i.h.a. 50. Daarbij bestaan de uitgangen 50-1 en 50-4 elk uit twee
25 fysieke geleiders voor het overdragen van een binair signaal dat aangeeft of een röntgenkwantum is gedetecteerd of niet, de uitgangen 50-2 en 50-5 elk uit twee fysieke geleiders voor het overdragen van een binair signaal dat aangeeft of de energie van het gedetecteerde röntgenkwantum binnen een voorgescreven energievenster valt of niet, en bestaan de uitgangen 50-3 en 50-6 elk uit een bus van twaalf fysieke geleiders voor het
30 overdragen van een digitaal signaal van zes bits dat het adres weergeeft van het detector-elementen 44-i dat het betreffende röntgenkwantum heeft gedetecteerd. Het substraat van array 42 en de substraten van de beide chips 48-1 en 48-2 zijn gezamenlijk aangebracht op een gemeenschappelijke drager (55) gemaakt van keramisch materiaal, b.v. van

aluminiumnitride. De inhoud van een uitleesschakeling op chip 48 zal aan de hand van figuur 3 in meer detail beschreven worden.

Bij inval van een röntgenkwantum 54 zal het door het kwantum getroffen detector-element 44-i een stroompuls afgeven aan de bijbehorende ladingsversterker. Het rangnummer i van het getroffen detector-element is een maat voor de plaats waar het kwantum invalt, zodat de plaatsgevoelige richting loodrecht op de lengterichting van de detector-elementen staat, zoals in figuur 2 weergegeven door de richting van pijl 52. Daarbij wordt de plaatsresolutie van het detector-array bepaald door de breedte van de detector-elementen 44, d.w.z. de afmeting in de richting van pijl 52.

10

Figuur 3 toont een schematisch overzicht van de verschillende functionele blokken van de elektronische uitleesschakeling in chip 48 volgens figuur 2. De door een detector-element 44 voortgebrachte stroompuls wordt via een (niet in figuur 3 weergegeven) bondpad op het substraat van het array 42, een verbindingsdraad 46 en een bondpad 56 op chip 48 overgedragen naar de ladingsversterker 58. Op regelmatige tijdstippen wordt de ladingsversterker met een reset-schakeling 60 weer terug gebracht naar een begintoestand.

Op de uitgang van de ladingsversterker 58 is een bufferschakeling 66 aangesloten om te zorgen dat de uitgang van de ladingsversterker 58 niet belast wordt door de daarop volgende circuits. Het na de bufferschakeling 66 verkregen signaal wordt gefilterd voor verdere verwerking in een banddoorlatend filter 68, waarna het aldus gefilterde signaal in een comparatorschakeling 70 wordt vergeleken met vooraf ingestelde waarden om vast te stellen of een röntgenkwantum van de beoogde energie (dus een ladingspuls van de juiste waarde) is ontvangen. Comparatorschakeling 70 bestaat daartoe uit een ruisdrempelcomparator 70-1 om vast te stellen of het ontvangen signaal de ingestelde ruisdrempel overschrijdt, een laag-niveau comparator 70-2 om vast te stellen of het ontvangen signaal hoger is dan een vooraf ingestelde laagste signaalniveau en een hoog-niveau comparator 70-3 om vast te stellen of het ontvangen signaal lager is dan een vooraf ingestelde hoogste signaalniveau. De comparatorniveau's kunnen worden ingesteld m.b.v. een instelschakeling 72. In figuur 3 is met een verticale streeplijn 71 de scheiding aangegeven tussen de gebieden die in analoge techniek zijn uitgevoerd (d.i. links van de streeplijn, aangeduid met A) en die in digitale techniek zijn uitgevoerd (d.i. rechts van de streeplijn, aangeduid met D). Overeenkomstig de uitvinding bevinden deze beide gebieden zich op hetzelfde substraat 55, zie figuur 2.

Op de uitgang van de ruisdrempelcomparator 70-1 is een kwantumdetectieschakeling 74 aangesloten die met een binair signaal, het detectiesignaal, op zijn uitgang 78 aangeeft of een röntgenkwantum gedetecteerd is of niet. Op de uitgangen van de laag-niveau comparator 70-2 en van de hoog-niveau comparator 70-3 is een vensterschakeling 76 aangesloten die, 5 indien het gedetecteerde röntgenkwantum binnen het door de comparatoren 70-2 en 70-3 voorgeschreven energievenster valt dit op zijn uitgang 80-i aangeeft met een binair signaal, het venstersignaal). Busgeleider 83 aan de uitgang van multiplexer 82 draagt daarbij het binaire detectiesignaal, het binaire venstersignaal en het digitale 6-bits adressignaal over.

Per chip 48 zijn 64 van de bovenbeschreven kanalen voor signaalverwerking 10 aanwezig. Elk kanaal i heeft dus een binaire uitgang 78-i en een binaire uitgang 80-i, welke uitgangen alle zijn aangesloten op een uitgangsmultiplexer 82 en b.v. via een geschikte interface-schakeling kan worden toegevoerd aan centrale verwerkseenheid 22 (zie figuur 1).

Alle aan de hand van figuur 3 beschreven individuele schakelingen zijn voor 15 de vakman ("person skilled in the relevant art") bekend en behoeven dus wat hun opbouw en werking betreft geen verdere toelichting.

Figuur 4 toont een perspectivisch overzicht van de opbouw van het array 42 van stralingsgevoelige detector-elementen volgens figuur 2. Het genoemde array is gevormd 20 op een substraat 86 bestaande uit een relatief dikke laag van n-materiaal met een hoge elektrische weerstand. Aan een zijde van deze laag zijn langwerpige verdiepingen 88 uitgespaard die gevuld zijn met p-materiaal. Op dit p-materiaal is een langwerpige aluminium afname-elektrode 90 voor signaal-afname aangebracht. De vorm van de uitsparing 88 en dus 25 van de elektrode 90 is zodanig dat de breedte daarvan aanzienlijk kleiner is dan de lengte, waardoor de vorm van de elektrode overeenkomt met de vorm van een te detecteren röntgenlijnfocus. Aan de andere zijde van de laag 86 is een laag n⁺-materiaal 92 aangebracht voor elektrische contactering. In bedrijf is de spanning op de n⁺-laag 92 b.v. 80 V, op de afname-elektrode b.v. 2.5 V. Door de aangebrachte spanning ontstaat een elektrisch veld waarvan de veldlijnen 94 zijn weergegeven tussen afname-elektrode 90 en de n⁺-laag 92. Dit 30 spanningsverschil (n.l. 80-2,5 V) depleteert het materiaal 86 volledig, d.w.z. er zijn dan geen vrije ladingsdragers meer.

In bedrijf valt een röntgenkwantum 54 in op de onderzijde van de laag 86. Daardoor ontstaat in die laag een aantal elektron-gatparen, welk aantal afhankelijk is van de energie van het röntgenkwantum. Wanneer de energie van het röntgenkwantum b.v. 8 keV is, is het aantal vrijgemaakte elektron-gatparen gelijk aan de verhouding van die energie tot de

10

31.10.2000

vrijmakingsenergie van één elektron-gatpaar van b.v. 3.6 eV, zodat in dat geval ongeveer 2200 elektron-gatparen worden vrijgemaakt. De elektronen 96 van de vrijgemaakte elektron-gatparen bewegen zich onder invloed van het elektrische veld in de richting van de n⁺-laag 92, de gaten 100 bewegen zich in de richting van het p-materiaal 88, dus de elektrode 90.

- 5 Aldus ontstaat een ladingspuls in een circuit dat is aangesloten tussen de n⁺-laag 92 en het p-materiaal 88.

De vorm van de uitsparing 88 en dus van de elektrode 90 is zodanig dat de breedte daarvan aanzienlijk kleiner is dan de lengte, waardoor in een richting loodrecht op de lengterichting van de elektrode 90 een hoge plaatsresolutie kan worden verkregen, terwijl 10 door de grotere lengte van deze elektrode toch nog een redelijk elektrode-oppervlak verkregen wordt zodat het detecterend oppervlak niet onnodig klein wordt en de detectie-efficiency dus mogelijk te klein. Bij voorkeur moet de te detecteren bundel van röntgenstraling ter plaatse van het detector-oppervlak een streepvormige doorsnede hebben. Aan deze voorwaarde is in veel toestellen voor röntgenanalyse voldaan, i.h.b. bij toestellen 15 voor röntgendiffractie.

Elektrode 90 eindigt is met een op hetzelfde substraat 86 aangebrachte bondpad 98. Vanaf deze bondpad 98 zorgt een verbindingslijn 46 voor verbinding met een tot chip 48 behorende bondpad 56 (zie ook figuur 3). Aldus wordt de via elektrode 90 afgenomen ladingspuls overgedragen naar de ladingsversterker 58 van chip 48 voor verdere 20 signaalverwerking. De combinatie van elektrode 90, p-materiaal 88, het onderliggende halfgeleidermateriaal 86 en de laag n⁺-materiaal 92 veroorzaakt een parasitaire capaciteit die in de figuur schematisch is weergegeven met verwijzingscijfer 104; deze parasitaire capaciteit 104 wordt aan de uitgang van het detector-element, dus aan de ingang van de daarop aangesloten ladingsversterker waargenomen. Doordat de capaciteit aan de ingang van 25 zo'n versterker de ruisbijdrage van die versterker in de versterkingsketen bepaalt is het van groot belang de rest van de signaalverwerkingsketen zo ruisarm mogelijk uit te voeren.

De figuren 5a en 5b tonen een grafische weergave van het signaalverloop direct na een ladingsversterker van de elektronische uitleesschakeling resp. na filtering van dat signaal. Zoals algemeen bekend is een ladingsversterker voorzien van een condensator 30 die de ontvangen ladingspuls omzet in een spanningsstap, welke spanningsstap dan door een spanningsversterker wordt versterkt. Door altijd aanwezige lekstroom door het halfgeleidermateriaal van het substraat 86 wordt deze condensator langzaam opgeladen, waardoor de uitgangsspanning V_u van de (inverterend uitgevoerde) ladingsversterker een lineair aflopend verloop met de tijd vertoont, zoals weergegeven door het lineaire gedeelte

106 in figuur 5a. Wanneer zich geen ladingspuls aanbiedt op de ingang van de ladingsversterker zal na enige tijd de versterker gereset worden, hetgeen betekent dat de lading op de condensator naar een beginwaarde wordt gebracht (b.v. 0 C) waarna het bovengenoemde lineaire verloop weer begint. Wanneer zich echter wel een ladingspuls
 5 aanbiedt zal dit zich uiten in een sprong in de lading op de condensator, dus in de uitgangsspanning zoals weergegeven door de spanningssprong 108 in figuur 5a, waarna het lineaire gedeelte zich (met een verticale verschuiving) voortzet met lijn 110 tot de versterker weer gereset wordt volgens reset 112.

Het aldus verkregen signaal wordt digitaal gefilterd met een banddoorlatend
 10 filter waarvan het uitgangssignaal V_f is weergegeven met een getrokken lijn 114 in figuur 5b. Het met I aangeduide oppervlak boven de tijd-as en onder de lijn 114 is daarbij vrijwel even groot als oppervlak II onder de tijd-as en boven lijn 114. Dit effect wordt bereikt met een filter dat drie samenvallende reële polen heeft. Het voordeel van het bovengenoemde signaalverloop volgens lijn 114 is dat de tijd verlopend tussen het aanbieden van een
 15 stroompuls en het detecteren van deze puls (d.w.z. het langs elektronische weg vaststellen dat er zich een puls heeft voorgedaan) korter is door het genoemde signaalverloop, dat een veel snellere terugkeer naar de nulwaarde vertoont dan een signaalverloop met b.v. een conventioneel banddoorlatend filter waarvan het verloop ter vergelijking in figuur 5b getoond wordt met de streeplijn 116. Deze snelle terugkeer naar de nulwaarde maakt een hoge
 20 telsnelheid van de detector mogelijk.

De figuren 6a en 6b tonen een logische poort in CMOS-logica resp. een logische poort in CML-techniek. De logische poort volgens figuur 6a bestaat uit twee met hun hoofdstroombaan in serie geschakelde MOSFET-transistoren 118 en 120 waarbij het verbindingspunt 122 de uitgang voor het logische signaal vormt. Bij een overgang van een
 25 logische toestand naar de complementaire logische toestand zal er een dwarsstroom naar het substraat ontstaan. Deze stroom wordt als volt veroorzaakt. In een eerste logische toestand van de poort wordt een stroom door uitgang 122 geleid die naar binnen gericht is, in de complementaire logische toestand wordt een stroom door uitgang 122 geleid die naar buiten gericht is. In het laatste geval loopt de stroom van het voedingspunt 124 door transistor 118
 30 naar de uitgang 122 en geleidt transistor 120 dus niet, waardoor dus geen stroom naar het substraat loopt. In het eerste geval loopt de stroom van de uitgang 122 door transistor 120 naar het substraat, waarbij transistor 120 dus niet geleidt. In dat geval loopt er dus wel stroom naar het substraat. Bij overgang van de logische toestand wordt er dus een stroomverschil in de vorm van een pulsvormige piek- of dwarsstroom. Aangezien op hetzelfde substraat ook

12

31.10.2000

de in bipolaire techniek uitgevoerde ladingsversterkers aangebracht zijn, zal deze pulsvormige piekstroom bijdragen aan de ruis van de ladingsversterkers, hetgeen de signaal-ruisverhouding daarvan zou verslechtern.

- Het beschreven probleem wordt opgelost door toepassing van een in de vorm
5 van CML-logica uitgevoerde logische poort zoals weergegeven in figuur 6b. Deze poort bestaat uit twee parallelle takken 126 en 128 die in serie staan met een stroombron 138. Elk van de twee parallelle takken 126 en 128 bestaat uit een MOSFET-transistor 130 resp. 132 en een stroombron 134 resp. 136. De uitgang van deze poort wordt gevormd door de twee verbindingspunten 138 en 140, waarbij de verschilspanning van deze twee punten de logische
10 waarde representeert. Bij omschakeling tussen twee logische toestanden is de stroomvermindering in de ene transistor, b.v. transistor 130, gelijk aan de stroomtoename in de andere transistor 132 en omgekeerd. De substraatstroom is de som van deze beide stromen en deze verandert daarbij niet. Daardoor zal de ongewenste pulsvormige piekstroom niet optreden en vormt deze dus ook geen ruisbijdrage in de analoge verwerkingsketen het
15 substraat.

13

EPO - DG 1

31.10.2000

CONCLUSIES:

08. 11. 2000

(59)

1 Inrichting voor het analyseren van materialen met behulp van straling,
voorzien van

- * een stralingsbron (6) voor het voortbrengen van de straling (42),
- * een preparaatlocatie (8) voor het plaatsen van een preparaat (10) van het te
onderzoeken materiaal,

5 * een plaatsgevoelige detectie-inrichting (9) voor het detecteren van de van het
preparaat afkomstige straling (45),
* welke detectie-inrichting is voorzien van

- een array (42) van stralingsgevoelige detector-elementen (44),
- een op het detectorarray aangesloten elektronische uitleesschakeling

10 (48) omvattende ladingsversterkers (58) in een één op één relatie met de detector-elementen
(44), van welke ladingsversterkers de ingang telkens is aangesloten op één der detector-
elementen,

met het kenmerk

15 dat de ladingsversterkers (58) zijn uitgevoerd in geïntegreerde bipolaire techniek, en dat de
elektronische uitleesschakeling (48) op de uitgangen van de ladingsversterkers aangesloten
signaalverwerkingscircuits (74-82) omvat die zijn uitgevoerd in digitale techniek.

20 2 Inrichting volgens conclusie 1, waarin de digitale signaalverwerkingscircuits
zijn aangebracht op hetzelfde substraat als de ladingsversterkers.

25 3 Inrichting volgens conclusie 2, waarin de digitale signaalverwerkingscircuits
zijn uitgevoerd in een BICMOS proces in de vorm van Current Mode Logic (CML) techniek.

4 Inrichting volgens één der voorgaande conclusies waarin het geheel van het
detectorarray (42) en de elektronische uitleesschakelingen (48) is aangebracht op een
gemeenschappelijke drager (55) gemaakt van keramisch materiaal.

14

31.10.2000

- 5 Plaatsgevoelige detectie-inrichting voor het detecteren van straling zoals gedefinieerd in één der voorgaande conclusies.

15 EPO - DG 1

31.10.2000

ABSTRACT:

08. 11. 2000

(59)

In a solid state Position Sensitive Detector (PSD) each detector element 44 may provide low charge efficiency per X-ray kwantum; moreover a relatively high spurious capacity 104 may exist between the take off electrode 90 and the semiconductor material 86,88,92 to which it is connected. This will cause a low signal to noise ratio deteriorating the signal. According to the invention the analogue charge amplifiers 58 are embodied in integrated bipolar technology and its read-out circuitry 48 are embodied in digital technology, preferably in BICMOS process in de form of Current Mode Logic (CML) technique. Moreover, the digital signal processing circuitry may be fitted on the same substrate as the charge amplifiers. Preferably the digital technology is fabricated in a BICMOS process in de form of Current Mode Logic (CML) technique.

Fig. 4

PHNL000609

EPO - DG 1

1/5

08. 11. 2000

(59)

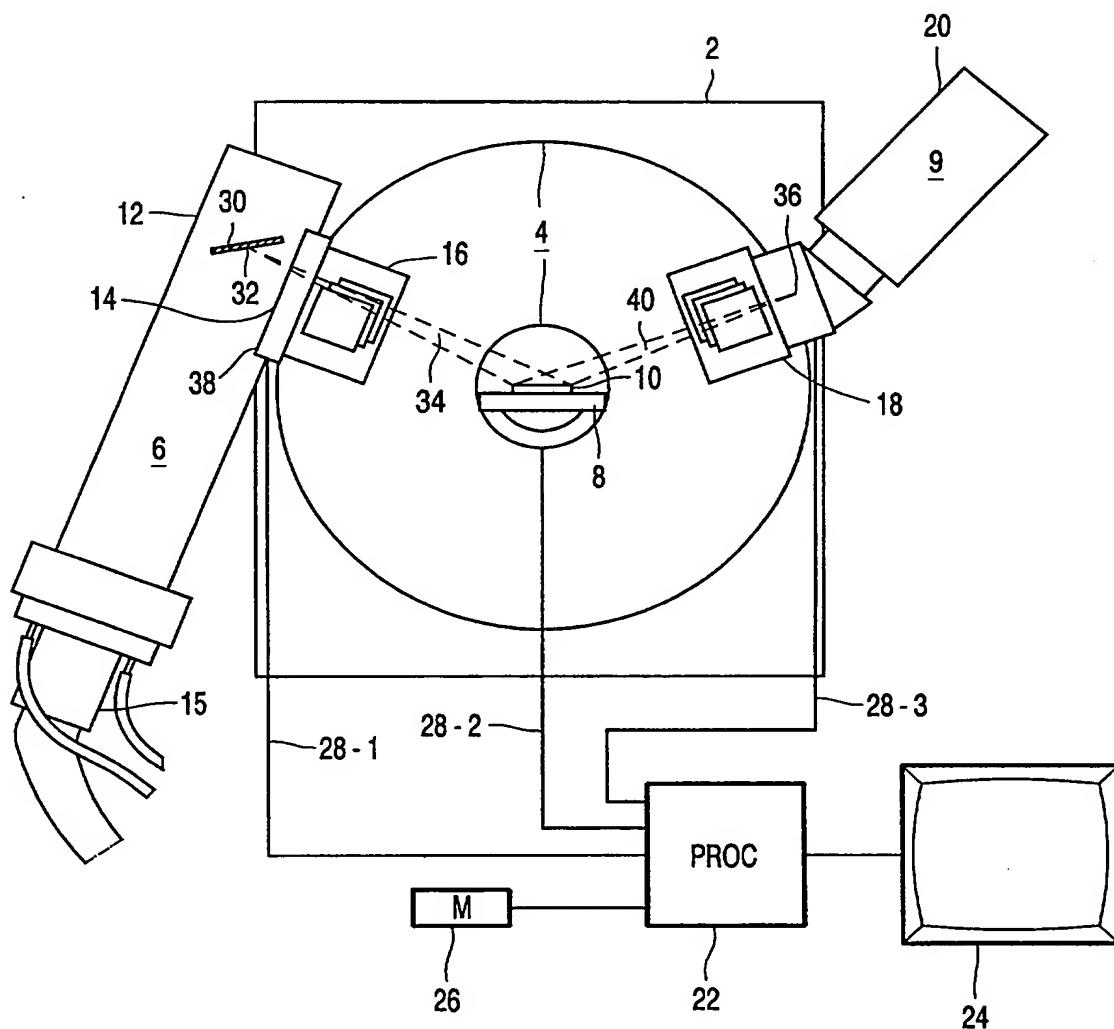


FIG. 1

PHNL000609

2/5

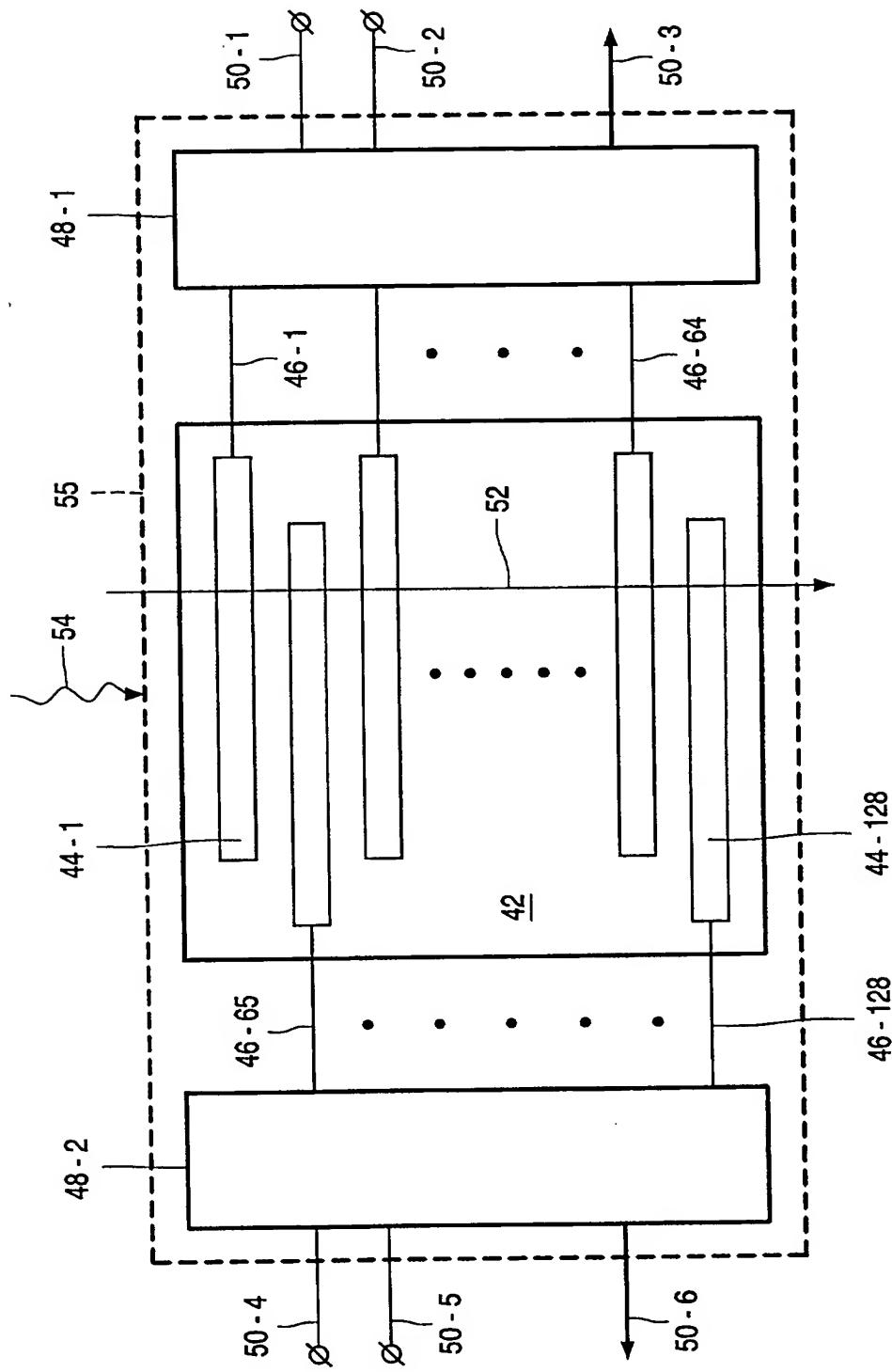
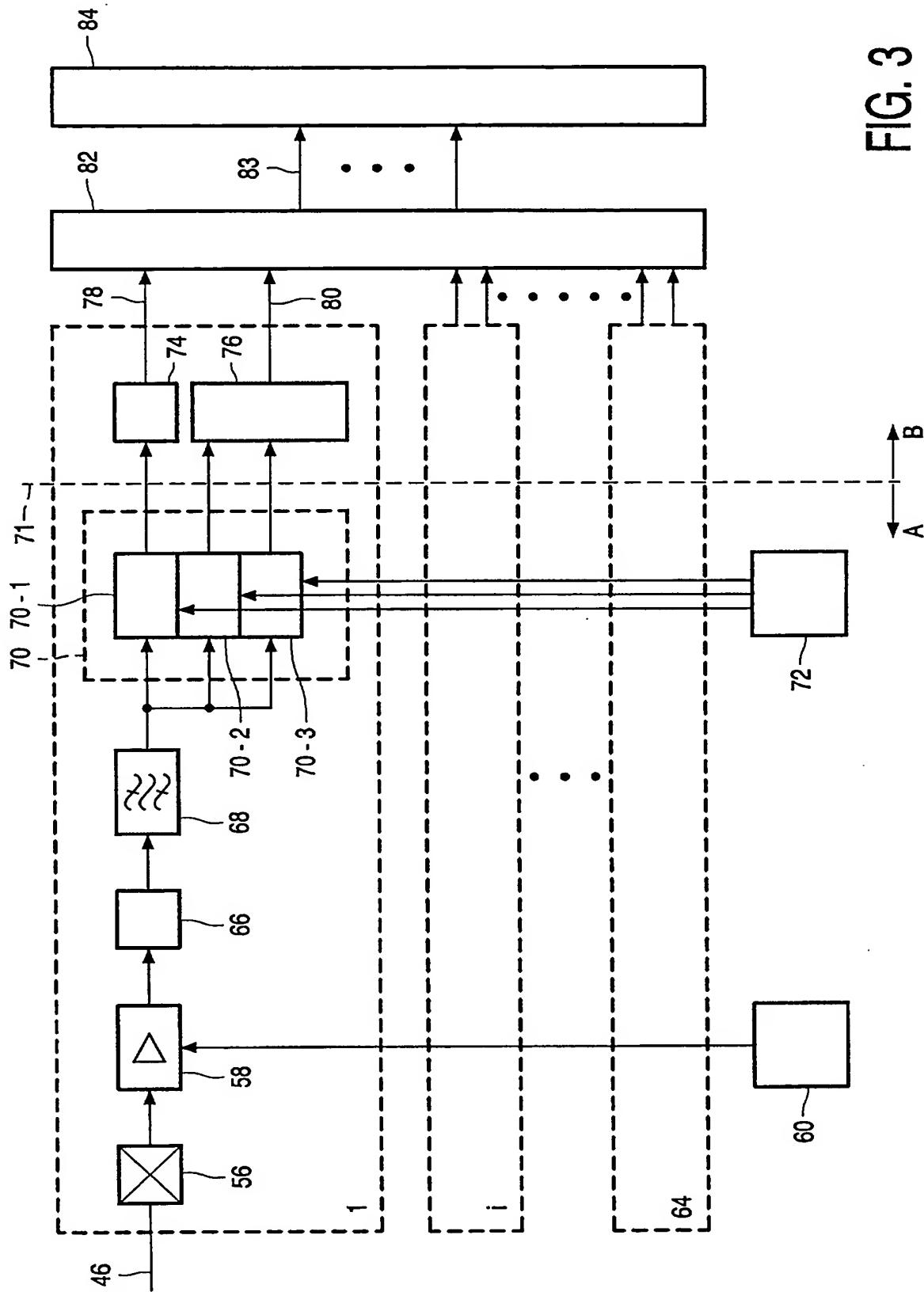


FIG. 2

PHNL000609

3/5



PHNL000609

4/5

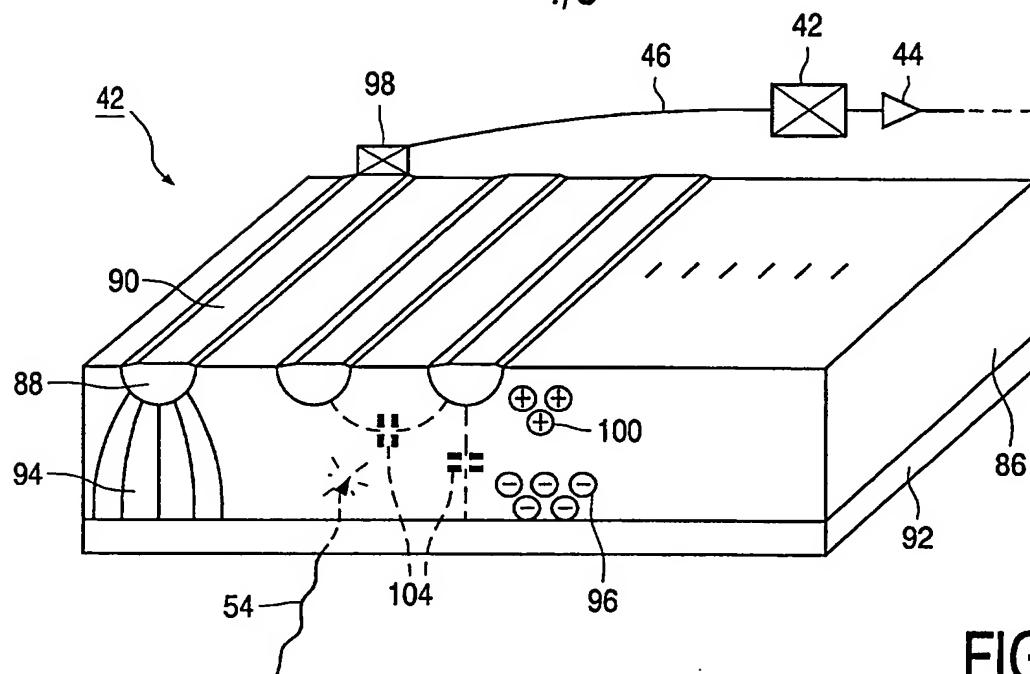


FIG. 4

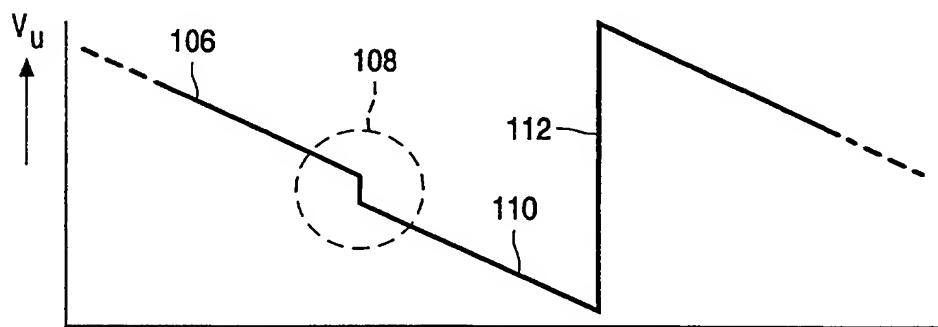


FIG. 5a

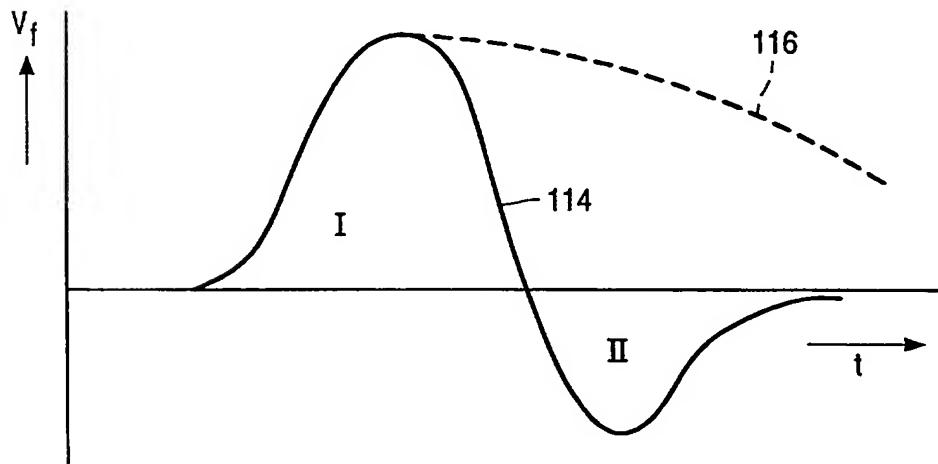


FIG. 5b

5/5

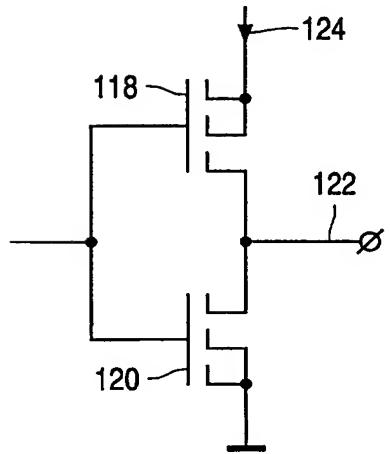


FIG. 6a

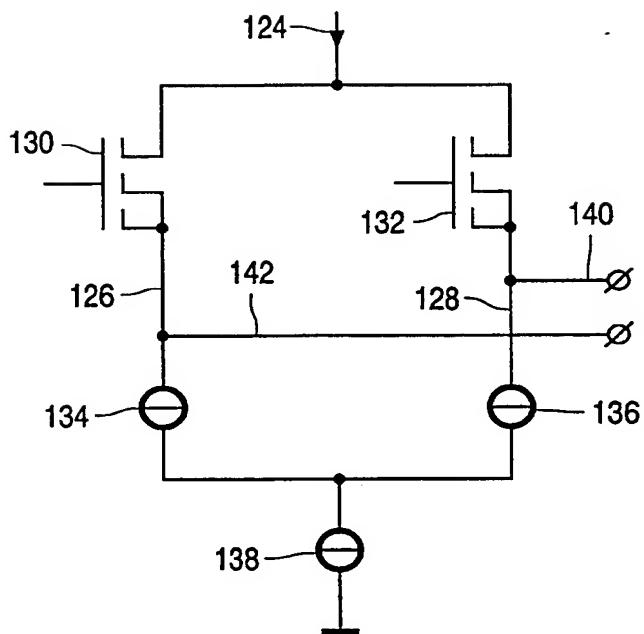


FIG. 6b

